

Londrina, PR  
Maio, 2012

## Autores

José B. França-Neto

Eng. Agrônomo, Ph.D.

Embrapa Soja, Londrina, PR

jbfranca@cnpso.embrapa.br

Gilda Pizzolante de Pádua

Eng. Agrônomo, D.Sc.

Embrapa/EPAMIG, Uberaba, MG

gpaddua@epamiguberaba.com.br

Francisco C. Krzyzanowski

Eng. Agrônomo, Ph.D.

Embrapa Soja, Londrina, PR

fck@cnpso.embrapa.br

Maria Laene M. de Carvalho

Eng. Agrônomo, D.Sc.

UFLA, Lavras, MG

mlaenemc@ufla.br

Ademir A. Henning

Eng. Agrônomo, Ph.D.

Embrapa Soja, Londrina, PR

henning@cnpso.embrapa.br

Irineu Lorini

Eng. Agrônomo, Ph.D.

Embrapa Soja, Londrina, PR

lorini@cnpso.embrapa.br

## Semente Esverdeada de Soja: Causas e Efeitos Sobre o Desempenho Fisiológico – Série Sementes

A produção de semente de alta qualidade requer que as fases de maturação e de colheita ocorram sob temperaturas amenas (ao redor de 22 °C), associadas com condições climáticas secas (França Neto et al., 2007). Produzir semente de soja de elevada qualidade tem sido restringida pelas condições climáticas desfavoráveis nesses períodos.

Plantas imaturas, sujeitas aos estresses bióticos ou abióticos, que resultam em morte prematura ou maturação forçada, poderão produzir sementes e grãos esverdeados (Figura 1), o que resultará em acentuada redução das suas qualidades fisiológica e organoléptica, além de severa redução da produtividade da lavoura.

Dentre os estresses ambientais, os causados pelas altas temperaturas, principalmente quando associados a veranicos, durante o período de maturação da soja, podem causar prejuízos severos à produção e à qualidade das sementes. Nessa fase, ocorrem a translocação muito rápida das reservas e as menores taxas de fotossíntese, impedindo a degradação completa da clorofila, que resulta na produção de sementes esverdeadas e de baixa qualidade (MARCOS FILHO, 2005).



Foto: Danilo Estevão.

Figura 1. Amostra de sementes esverdeadas de soja, resultantes da ocorrência de seca e altas temperaturas durante a fase final de enchimento de grão.

A quantidade de clorofila nas sementes diminui durante o processo de maturação para a maioria das espécies, pela ação das enzimas clorofilase e magnésio-chelatase, que degradam a clorofila, resultando na perda da coloração verde das sementes. O processo de degradação desse pigmento pode ser afetado por fatores externos, como os estresses ambientais ou por fatores internos, tais como aumento de permeabilidade da membrana e mudança de pH (HEATON; MARANGONI, 1996).

Os níveis de clorofila presentes nas sementes parecem ser afetados igualmente pelo genótipo e pelas condições climáticas, principalmente a temperatura (MCGREGOR, 1991), já que, nas mesmas condições de produção, tem ocorrido resposta diferencial de cultivares em relação à retenção de clorofila, no final do período de maturação.

Existem poucos estudos sobre os processos e mecanismos responsáveis pela degradação fisiológica da clorofila como processo bioquímico de pós-colheita ou de senescência, bem como as causas e efeitos da retenção de clorofila nas sementes de soja. Trata-se de um processo enzimático, evidenciado pelo aumento de clorofilídeos, embora acoplado a um mecanismo químico não-enzimático, que resulta em um aumento de feofitinas e outros derivados fitilados (HEATON; MARANGONI, 1996; MANGOS; BERGER, 1997; SUZUKI et al., 1999).

Sementes com coloração intensa de verde ou mesmo esverdeadas, geralmente apresentam elevados índices de deterioração, que podem levar a redução da germinação, do vigor e da viabilidade de lotes de soja (FRANÇA NETO et al., 2005).

Nessa publicação serão abordados os principais fatores que podem resultar na ocorrência de semente de soja esverdeada. Além disso, serão ilustrados os seus efeitos sobre o desempenho fisiológico da semente e também as alternativas existentes no beneficiamento da mesma, visando à redução de sua ocorrência em lotes de sementes de soja. São relatados também resultados da pesquisa com o comportamento de genótipos de soja em relação à sua tolerância ou suscetibilidade à produção de semente verde, sob condições de estresse, e a ocorrência no que se refere à retenção de clorofila e à atividade da enzima clorofilase em sementes de soja.

## **Fatores que predis põem a soja à expressão de semente esverdeada**

Semente de soja pode apresentar a coloração esverdeada, resultado de diversos fatores. Existem genótipos em cuja semente a clorofila é retida no tegumento, mesmo quando madura. Essa é uma característica genética, explicada por Palmer e Kilen (1987).

A intensidade da ocorrência de semente esverdeada em um lote é variável, em função do tipo, da intensidade e de quando ocorre(m) o(s) estresse(s) que resulta(m) na morte prematura ou na maturação forçada da planta e da cultivar.

Estresses ambientais com essas características podem ocasionar a produção de semente esverdeada: doenças de raiz, como fusariose e macrofomia, de colmo, como o cancro da haste, e de folhas, como a ferrugem asiática; intenso ataque de insetos, principalmente percevejos sugadores; déficit hídrico (seca ou veranico) durante as fases finais de enchimento de grãos e de maturação, principalmente se associado com elevadas temperaturas; e ocorrência de geada intensa.

O índice de ocorrência de semente esverdeada dentro da planta pode variar dependendo do posicionamento das vagens na planta. Segundo França Neto et al. (2005), na safra 2002/03, na região de Alto Garças, MT, foi observado que plantas de soja da cultivar (c.v.) MG/BR 46 (Conquista), que tiveram morte prematura e maturação forçada por causa da ocorrência de fusariose, apresentaram maior concentração de semente esverdeada em seu terço inferior (21,2%) em relação ao terço superior, onde foram constatados 3,5% de esverdeamento (Figura 2).

O manejo inadequado de lavouras de soja também pode resultar na produção de semente esverdeada. A distribuição inadequada de calcário ou de fertilizantes pode ocasionar problemas de maturação desuniforme, o que, por sua vez, resultará na colheita de semente imatura e esverdeada, mesclada com semente amarela e madura.

Outra prática de manejo que pode resultar nesse problema é a dessecação em pré-colheita. Semente esverdeada poderá ocorrer, caso o dessecante

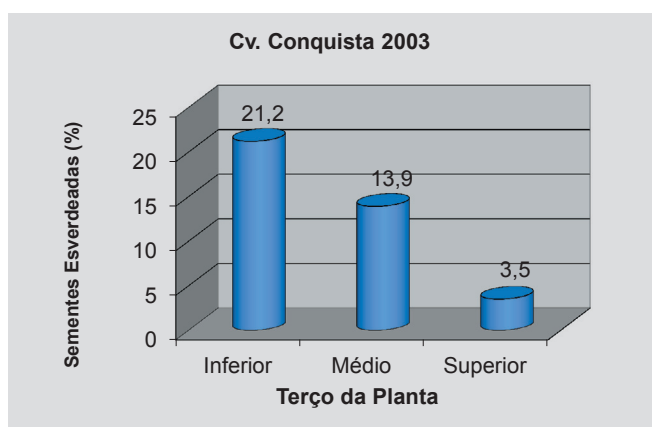


Figura 2. Variação da ocorrência do índice de semente esverdeada em plantas de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista), que tiveram morte prematura e maturação forçada devido à ocorrência de fusariose nas raízes, de acordo com o posicionamento na planta. Fonte: França Neto et al. (2005).

seja aplicado antes do estágio ideal (ponto de maturidade fisiológica – R7), ou quando a sua aplicação é realizada para corrigir situações em que exista desuniformidade de maturação de plantas. Essa prática também é ressaltada por Zorato et al. (2007b) como possível fator que contribui para a produção de semente esverdeada. Na safra 2004/05, plantas de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista), também sujeitas à ocorrência de fusariose, apresentaram maior concentração de semente esverdeada em seu terço inferior. A aplicação de dessecantes realizada antes da maturidade fisiológica (R7) resultou em maior expressão do problema nos terços médio e inferior das plantas (Figura 3).

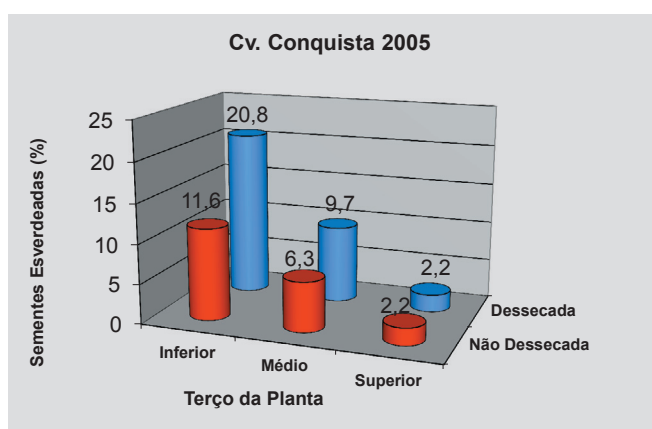


Figura 3. Variação da ocorrência do índice de semente esverdeada em plantas de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista), que tiveram morte prematura e maturação forçada por causa da ocorrência de fusariose, com e sem a aplicação de dessecante em pré-colheita, de acordo com o posicionamento na planta. Fonte: França Neto et al. (2005).

A colheita antecipada da soja, com grau de umidade entre 17% a 20%, é prática de uso constante entre os produtores de semente de soja, em regiões tropicais, visando à produção de semente de alta qualidade. Esse procedimento pode também resultar na colheita de semente imatura e esverdeada. Porém, essa semente, por ser de tamanho maior, em virtude do maior conteúdo de água, pode ser facilmente removida da massa de semente pela máquina de pré-limpeza.

## Pigmentos das plantas

Há três grupos principais de pigmentos associados às fotorrespostas fundamentais na planta: as clorofilas, envolvidas na fotossíntese; o fitocromo, relacionado com mudanças morfogênicas, como a percepção do fotoperíodo e provavelmente também com os ritmos diários que afetam alguns movimentos da planta; e os carotenóides, envolvidos com o fototropismo.

As clorofilas *a* e *b*, juntamente com alguns carotenóides, funcionam como pigmentos “antena” para captar a energia luminosa necessária para a fotossíntese. Quimicamente, a clorofila é um composto heterocíclico com estrutura tetra-pirrólica chamado porfirina (BOBBIO; BOBBIO, 1989), que ocorre em várias moléculas orgânicas naturais. É uma mistura de duas substâncias relacionadas, clorofila *a* (verde azulada) e clorofila *b* (verde amarelada), que se encontram sempre na proporção 1:3 (clorofila *a* : clorofila *b*), (BOBBIO; BOBBIO, 1989). A única diferença entre elas é que o radical metil (-CH<sub>3</sub>) na cadeia lateral da clorofila *a* é substituída por um grupo aldeído (-CHO) na clorofila *b* (Figura 4). Elas absorvem luz vermelha e azul-violeta, refletem luz verde e ocorrem em cinco formas conhecidas (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*). Todas as plantas verdes contêm clorofila *a* e clorofila *b*.

Os pigmentos que captam luz, clorofilas *a* e *b*, e as enzimas requeridas para as reações luminosas encontram-se incrustadas nas membranas tilacóides dos cloroplastos, associadas às proteínas. Somente depois de ser produzida a clorofila é que pode ocorrer a fotossíntese (GROSS, 1991).

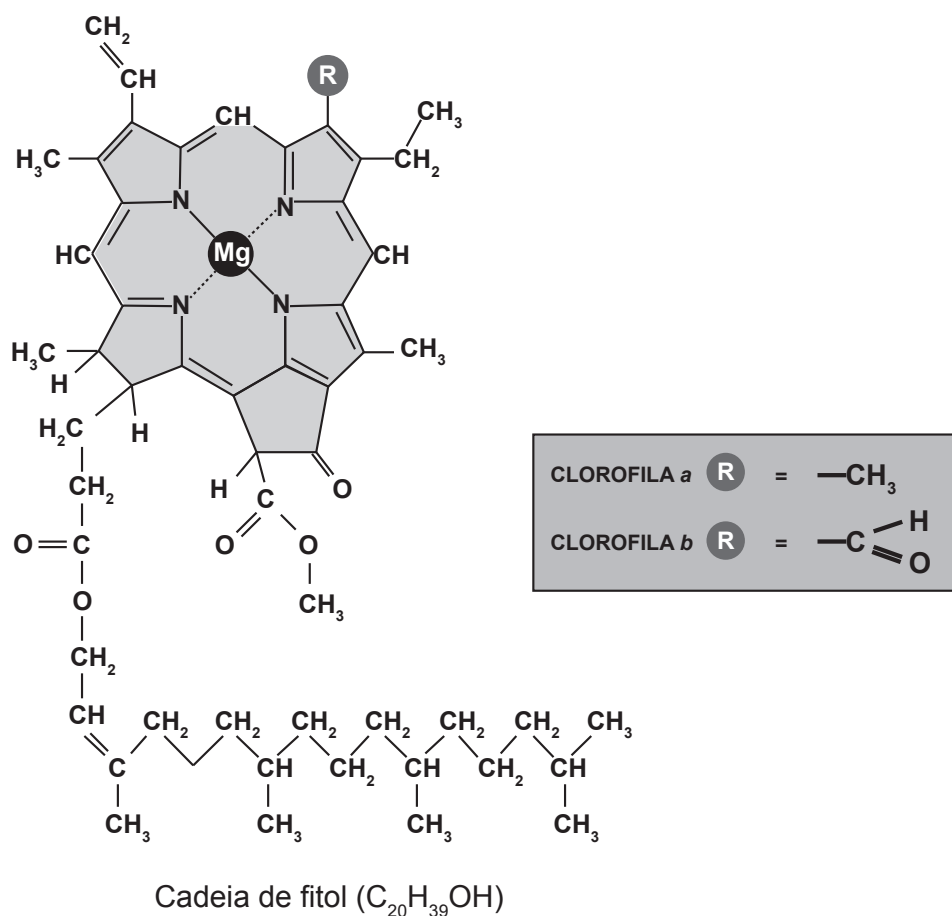


Figura 4. Estrutura química das clorofilas. Fonte: Hall e Rao (1980).

## Degradação das clorofilas

Para a maioria das espécies, a quantidade de clorofila na semente diminui durante o processo de maturação. Ao mesmo tempo, a cor da semente muda de verde para a cor característica, dependendo da espécie e da cultivar.

Apesar da importância da transformação da clorofila em seus derivados durante o amadurecimento da soja, pouco se conhece sobre o mecanismo de degradação do pigmento nessa semente (WARD et al., 1995), durante o processo de maturação e armazenamento.

A degradação da clorofila é iniciada na senescência por fatores endógenos e pode ser influenciada por fatores externos, tais como estresse hídrico, redução de luz, mudanças de temperatura, aumento do teor de etileno ou por fatores internos, tais como aumento de permeabilidade da membrana e mudança de pH. Esses fatores interferem no processo normal,

levando a acelerar ou a retardar a degradação da clorofila (HEATON; MARANGONI, 1996; TAKAMYIA et al., 2000).

O processo de degradação da clorofila em vegetais é complexo e envolve várias etapas (Figura 5). O átomo central de magnésio (Mg) é facilmente removido da clorofila, principalmente em condições ácidas, sendo substituído por hidrogênio, formando as feofitinas, de cor verde-oliva (BOBBIO; BOBBIO, 1992), insolúveis em água. Enzimas presentes nos vegetais, como a clorofilase, hidrolisam o grupo fitila, formando a clorofilida, verde, mas mais solúvel em água que a clorofila. Os produtos resultantes da perda do grupo fitila e do  $\text{Mg}^{+2}$ , os feoforbídeos, têm cor verde acastanhada e sofrem possivelmente transformações oxidativas que dão origem a produtos incolores de degradação (BOBBIO; BOBBIO, 1992). As clorofilas e as feofitinas são lipossolúveis em decorrência de sua porção fitol, enquanto as clorofilidas e os feoforbídeos (sem fitol) são hidrofílicos (BELITZ; GROSCH, 1988).



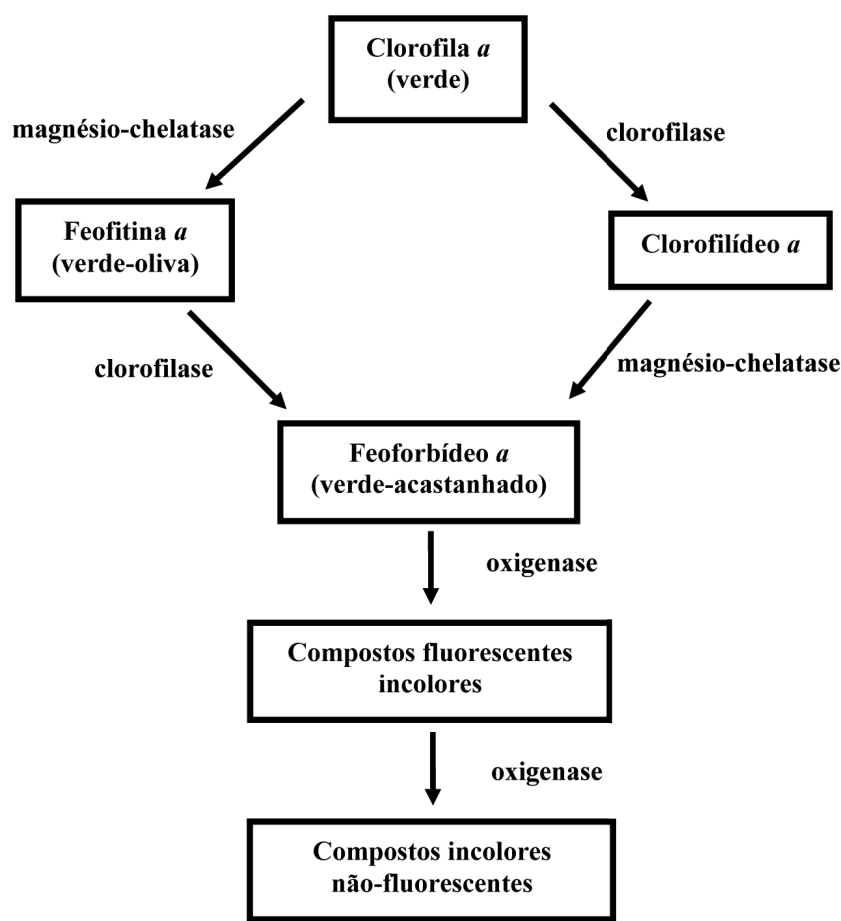


Figura 5. Mecanismo proposto para degradação da clorofila em tecidos vegetais. Fonte: Heaton e Marangoni (1996), modificado por Pádua (2006).

Tem sido relatado na literatura que o etileno promove aumento na atividade das enzimas clorofilase e oxidases (SHIMOKAWA et al., 1978; YAMAUCHI et al., 1997), responsável pela degradação da clorofila e pelo desaparecimento da cor verde, além de estimular a carotenogênese, o que promove o aparecimento da cor amarela (STEWART; WHEATON, 1972). Mais recentemente, foi constatado por Johnson-Flanagan e Spencer (1996) que outras enzimas oxidativas, como a peroxidase e a lipoxigenase, também podem contribuir para a descoloração da clorofila.

Sob circunstâncias normais, a planta amadurece e a enzima clorofilase degrada as clorofilas, resultando na coloração normal da semente de soja. Em condições de clima quente e seco, durante os últimos estádios de maturação da

semente, a atividade dessa enzima é reduzida. Acredita-se que, com a morte prematura da planta e, conseqüentemente, a maturação forçada da semente, a atividade da enzima clorofilase cessa antes de toda a clorofila ser degradada.

Os níveis de clorofila presentes na semente, na fase de colheita, são influenciados igualmente pelo genótipo e pelas condições climáticas, principalmente a temperatura, no período de maturação da semente (MCGREGOR, 1991). A degradação da clorofila está relacionada com os níveis do teor de água e de etileno (HEATON; MARANGONI, 1996), atuando esses três fatores simultaneamente durante a maturação da semente. Duas cultivares podem conter o mesmo teor de clorofila sem que apresentem necessariamente a mesma taxa de etileno ou de teor de água.

## Efeitos da coloração esverdeada no grão de soja e seus derivados

Diferentes graus da coloração verde podem ocorrer em sementes de soja, dependendo da fase e da intensidade dos estresses, que possam causar a morte ou a maturação forçada da planta: se a morte prematura da planta ocorrer no final da fase de enchimento de grãos, a coloração verde estará confinada ao tegumento e poderá diminuir durante o armazenamento, se ocorrer no início ou no meio da fase de enchimento de grãos, essa coloração se distribuirá por toda a semente e permanecerá estável, mesmo após o armazenamento (WIEBOLD, 2002, citado por MANDARINO, 2005). Bohner (2005), trabalhando nos EUA, descreveu dois tipos de semente esverdeada. Se o tegumento apresenta cor verde e os cotilédones, cor amarela, essa semente será classificada como “Classe 2”; se toda a semente apresenta coloração esverdeada, será classificada como “Semente Danificada”. Apenas essa última classe estará sujeita a resultar em deságios ao preço pago aos produtores de soja americanos. No Brasil, lotes de grãos com mais de 10% de semente esverdeada, estão sujeitos a esse deságio.

Os efeitos da coloração esverdeada sobre a qualidade dos grãos de soja e de seus derivados estão amplamente descritos na revisão realizada por Mandarino (2005). Nessa revisão, é relatado que grão verde apresenta basicamente o mesmo percentual de proteína que grão maduro, entretanto, em média, apresentam de 2% a 3% a menos de óleo, óleo esse que apresentará maior acidez, além de ter um custo maior de refino, pois a remoção da clorofila do óleo exige processos específicos. Como as clorofilas são potentes agentes oxidantes, a qualidade do óleo contaminado com clorofila poderá ser prejudicada, caso o mesmo seja armazenado na presença de luz. Além disso, grãos verdes proporcionam menor rendimento na produção de isolados protéicos.

Dessa maneira, é fundamental que se faça a remoção da clorofila dos produtos de soja e de seus derivados ou, então, que a ocorrência

de grão verde seja evitada. A presença dos pigmentos, mesmo em pequenas quantidades, aumenta o custo de refinação do óleo e reduz o valor comercial do grão. Os lotes com grão nessas condições não podem ser comercializados no mercado internacional, fato que se torna relevante frente ao enorme volume de exportação.

## Efeitos da época da ocorrência de estresses de deficit hídrico e elevadas temperaturas sobre a expressão de semente esverdeada

Plantas de soja da cv. CD 206 foram expostas a condições de estresse térmico e deficit hídrico em condições de fitotron, a partir de R6 (sementes cheia ou completa) e R7. Foram avaliadas quatro condições de disponibilidade hídrica do solo (sem restrição; 30% umidade gravimétrica (UG); 20% UG; e sem água sem restrição; 30% umidade gravimétrica (UG); 20% UG; e sem água) e dois regimes de temperaturas (elevadas e amenas). A semente foi colhida em R8 (maturação plena). Houve acentuada ocorrência de sementes verdes quando o estresse ocorreu no estádio R6, com média de 23% de sementes verdes, enquanto que, em R7.2, a porcentagem média ficou em torno de 1% (Figura 6a). Constatou-se que estresse hídrico intenso associado com temperaturas elevadas em R6 resultam em elevados percentuais de semente esverdeada. Esses estresses, a partir de R7, já não resultam na ocorrência de problemas de semente esverdeada (PÁDUA et al., 2009b).

Pela Figura 6 (b), podem ser observadas as variações da ocorrência dos índices de semente verde em plantas de soja, após indução das condições de estresse hídrico. Verifica-se que praticamente não houve ocorrência de semente verde nas condições da testemunha e de 30% de UG. Uma porcentagem média de 5% foi observada com 20% de UG. No entanto, sem água ou corte total de irrigação, houve acentuada incidência de semente verde, com porcentagem média de ocorrência de 43%. Desse modo, estresse hídrico drástico, associado a temperaturas elevadas (28 °C a 36 °C), ocasiona alta incidência de sementes verdes em plantas de soja.

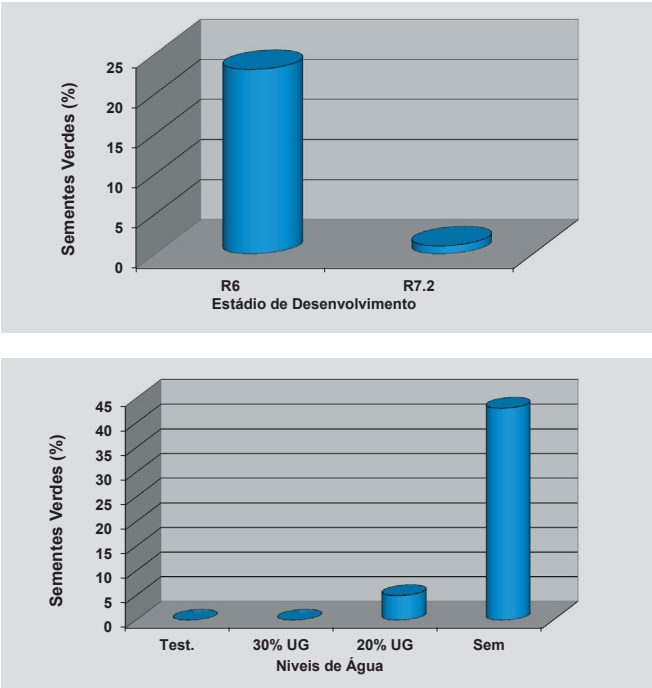


Figura 6. Ocorrência de semente verde (%), em plantas de soja da cv. CD 206, em função de estresse hídrico e de temperatura elevada, de acordo com os estádios de desenvolvimento (a); e com as condições de disponibilidade hídrica do solo (b). Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009b).

Menor porcentagem de germinação foi observada nas sementes do estágio R6, submetidas ao estresse térmico de temperatura elevada, o que demonstra que a germinação tende a aumentar com o desenvolvimento das sementes. Por outro lado, no estágio R7.2, em temperaturas amenas, não foi constatado o mesmo comportamento. Nesse estágio de desenvolvimento, no qual as sementes encontram-se próximas à maturidade fisiológica, não houve diferença entre os regimes de temperaturas. Dessa maneira, pode-se observar que, nessa fase, a planta de soja é menos sensível ao efeito do estresse (Figura 7).

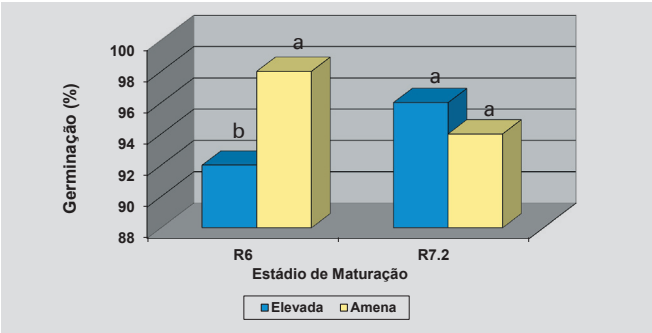


Figura 7. Germinação (%) de sementes de soja da cv. CD 206, obtida nos estádios de desenvolvimento R6 e R7.2, submetidas a regimes de temperaturas elevada (28 °C a 36 °C) e amena (19 °C a 26 °C). Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009b).

Em relação aos efeitos do estresse hídrico na planta sobre o desempenho fisiológico da semente produzida, as maiores porcentagens de germinação foram observadas nos tratamentos testemunha (sem restrição hídrica), com 30% de UG e com 20% de UG, no estágio R6. As menores porcentagens de germinação são de sementes oriundas de plantas com déficit hídrico total (Tabela 1). O estresse hídrico durante o enchimento das sementes acelera a senescência de folhas e encurta o período de maturação das sementes em soja.

Tabela 1. Valores médios de germinação (%), de sementes de soja da cv. CD 206, obtidos nos estádios de desenvolvimento R6 e R7.2, após submissão das plantas a diferentes níveis de suprimento de água. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009b).

Níveis de água	Estádios de desenvolvimento	
	R6	R7.2
Testemunha	97,0 aA	94,8 aA
30% UG	98,3 aA	93,8 aB
20% UG	95,3 aA	96,3 aA
Sem água	90,3 bB	96,2 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Destaca-se a superioridade do vigor das sementes oriundas de plantas submetidas à temperatura amena, em todas as condições de disponibilidade hídrica e nos dois estádios de desenvolvimento (Tabela 2). No estágio R6, o maior vigor foi apresentado pelas sementes da testemunha, decrescendo à medida que o estresse hídrico foi mais intenso. Cabe ressaltar que, para o estágio de desenvolvimento R7.2, não houve diferenças estatísticas entre as condições de estresse hídrico nas duas temperaturas analisadas. Nesse mesmo estágio, com relação aos regimes de temperatura, foi observada diferença somente para temperatura elevada e corte total de irrigação. Menor vigor de sementes foi observado sob temperatura elevada, no estágio R6 e nas condições de 30% de UG, 20% de UG e sem irrigação.

O efeito marcante da temperatura durante a fase de maturação e dessecação das sementes e seus efeitos sobre a expressão de sementes esverdeadas em soja foram também relatados por França Neto et al. (1997). Semente de soja da cv. Kirby, colhida aos 42 dias após R2 (floração plena), quando dessecada lentamente por um

Tabela 2. Vigor (%), determinado pelo teste de tetrazólio, de sementes de soja da cv. CD 206, produzidas sob temperaturas elevada e amena e submetidas a diferentes níveis de suprimento de água, dentro dos estádios de desenvolvimento. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009b).

Tratamentos	Temperaturas	
	Elevada	Amena
R6 – Testemunha	91,3 aA	96,0 aA
R6 – 30% UG	83,3 bB	95,3 aA
R6 – 20% UG	81,0 bB	93,3 aA
R6 – Sem água	54,7 cB	90,7 aA
R7.2 - Testemunha	88,7 aA	90,0 aA
R7.2 – 30% UG	84,0 aA	85,3 aA
R7.2 – 20% UG	88,0 aA	86,7 aA
R7.2 – Sem água	83,3 aB	90,0 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, comparadas dentro de cada estádio, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

período de sete dias sobre uma série de sete soluções salinas saturadas à temperatura de 25 °C, apresentou índices de germinação em laboratório superiores a 90%, mesmo apresentando 100% de esverdeamento. Assim, pode-se estimar que, em situações de temperatura amena, caso o processo de dessecação da semente seja lento, a semente, mesmo verde, poderá germinar sem grandes problemas. Isso já não acontece em situações extremas, onde a dessecação é rápida, resultando em perda da capacidade germinativa. Todas essas determinações foram realizadas imediatamente após a colheita, sem o efeito do período de armazenagem sobre o desempenho fisiológico da semente esverdeada.

Nesse sentido, existe a possibilidade de que sementes esverdeadas recém-colhidas possam vir a germinar e produzir plântulas normais, porém não vigorosas. Entretanto, após três a quatro meses de armazenagem em condições não climatizadas, essas sementes perderão a sua viabilidade e tenderão a não mais germinar.

## Qualidade fisiológica de sementes esverdeadas

São poucos os trabalhos na literatura que abordam a qualidade fisiológica de sementes esverdeadas. Costa et al. (2001) estudaram esses

efeitos em semente de soja das cvs. MG/BR 46 (Conquista), BRS 138, CD 201 e Emgopa 302, com índices de 0%, 10%, 20%, 30% e 100% de semente esverdeada. Concluíram que lotes de semente, com porcentuais de semente verde superiores a 10% geralmente podem ter problemas de qualidade fisiológica. A incidência de semente verde teve relação direta com os índices de deterioração por umidade, detectados pelo teste de tetrazólio (Figuras 8 e 9). À medida que ocorrem acréscimos dos níveis de semente verde, em lotes de elevado padrão fisiológico, normalmente observa-se redução acentuada da germinação, do vigor (Figura 10) e da viabilidade da mesma. Resultados semelhantes foram também relatados

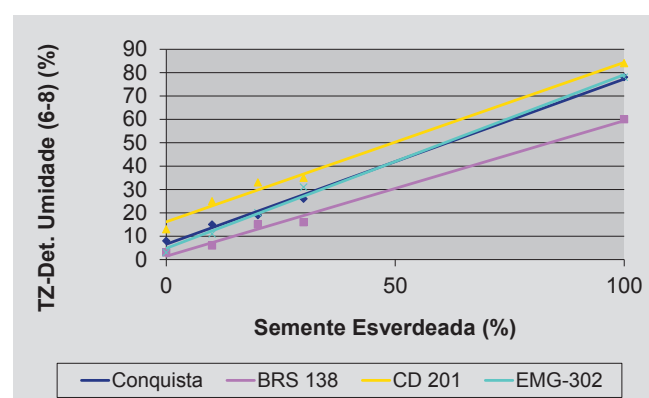


Figura 8. Índice de deterioração por umidade nível (6-8) detectado pelo teste de tetrazólio em sementes de soja das cultivares CD 201, BRS 138, MG/BR 46 (Conquista) e Emgopa 302 com diferentes índices de sementes esverdeadas. Fonte: Costa et al. (2001).



Figura 9. Sementes de soja esverdeadas (esquerda) e amarelas (direita) da cultivar CD 206, com ilustração da coloração das mesmas com o sal de tetrazólio abaixo das mesmas, mostrando as sérias lesões de deterioração por umidade verificadas nas sementes esverdeadas.

Foto: J.B. França Neto



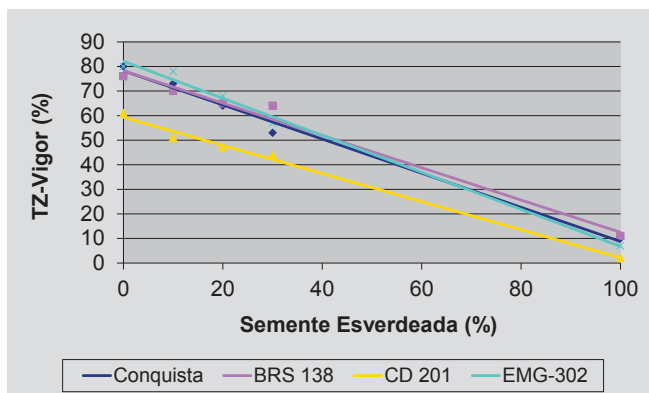


Figura 10. Índice de vigor determinado pelo teste de tetrazólio em sementes de soja das cultivares CD 201, BRS 138, MG/BR 46 (Conquista) e Emgopa 302 com diferentes índices de sementes esverdeadas. Fonte: Costa et al. (2001).

por Medina et al. (1997), no IAC, por Pupim et al. (2005), na UFLA e por Zorato et al. (2007a, 2007b), na APROSMAT. Zorato et al. (2007a) relataram também um menor potencial de armazenabilidade de semente esverdeada de soja.

Estudos mais detalhados foram realizados por Pádua et al. (2007), com sementes de soja das cvs. Tucunaré e CD 206, com 12 índices de sementes esverdeadas (0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 75% e 100%), que foram avaliadas quanto à germinação, à viabilidade (tetrazólio), ao vigor (envelhecimento acelerado, tetrazólio e condutividade elétrica) e quanto às concentrações de clorofilas *a*, *b* e total. Assim como constatado por Costa et al. (2001), observou-se que os índices de deterioração por umidade, detectados pelo teste de tetrazólio, estão diretamente relacionados com os índices de semente esverdeada. Houve redução linear de viabilidade (Figura 11), germinação e vigor da semente com o aumento dos índices de semente esverdeada. Ficou evidente, pelo teste de condutividade elétrica (Figura 12), que semente esverdeada, por apresentar maiores índices de lixiviação de solutos, tem seus sistemas de membranas celulares desorganizados, fruto da maturação forçada e da morte prematura das plantas. Concluiu-se que lotes de semente de soja, submetidos a estresses ambientais durante as fases de maturação e pré-colheita e que apresentem mais de 9% de semente esverdeada, não devem ser utilizados para a semeadura.

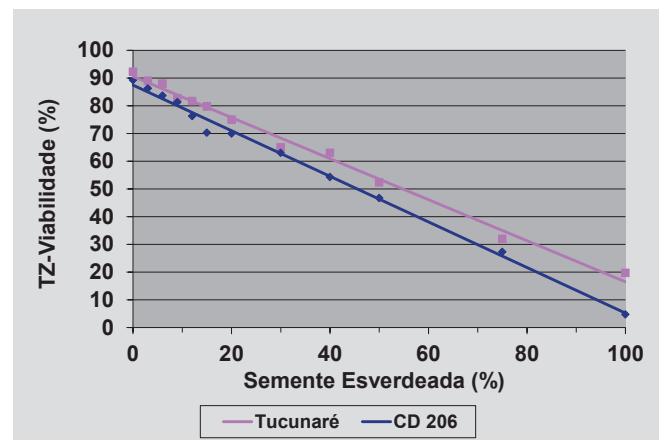


Figura 11. Índice de viabilidade determinado pelo teste de tetrazólio em sementes de soja das cultivares Tucunaré e CD 206 com diferentes índices de sementes esverdeadas. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2007).

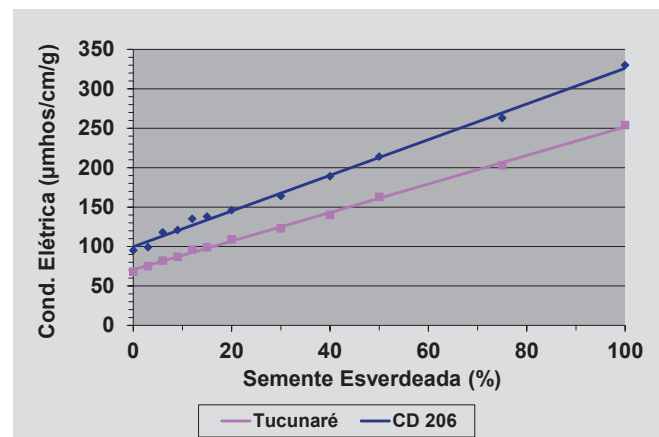


Figura 12. Condutividade elétrica ( $\mu\text{mhos cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ) determinada em sementes de soja das cultivares Tucunaré e CD 206 com diferentes índices de sementes esverdeadas. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2007).

## Degradação da clorofila: efeitos genéticos e ambientais

Em estudos desenvolvidos com canola, Ward (1990) e McGregor (1991) constataram que a degradação da clorofila é afetada igualmente pelo genótipo e pelas condições climáticas. Resultados de pesquisa realizada por Costa et al., (2001) e por França Neto et al., (2005), trabalhando com soja, vêm confirmar essas citações. Da mesma maneira, em outros trabalhos é relatada a influência do genótipo na degradação da clorofila (STANGARLIN, 1999 e STANGARLIN et al. 2000), e ainda, a dependência das condições ambientais e da temperatura de secagem (HEATON; MARANGONI, 1996; TAKAMIYA et al., 2000; SINNECKER, 2002).

Nesse sentido, Pádua et al. (2009a), utilizando quatro cultivares de soja, verificaram o comportamento de genótipos em relação a sua tolerância ou suscetibilidade à produção de semente esverdeada sob condições de estresse e avaliaram essa ocorrência no que se refere à retenção de clorofila e à atividade da enzima clorofilase em semente de soja (Tabela 3). Na condição de 10% de umidade gravimétrica (UG) no solo, não houve diferença estatística significativa entre os terços da planta, exceto para a cv. Conquista. As cvs. BRS 133 e CD 206 não diferiram entre si, em relação aos terços da planta. A cv. Robusta apresentou os maiores índices de sementes verdes, em todos os terços da planta, quando comparada com 'BRS 133' e 'CD 206', que apresentaram as menores ocorrências e 'Conquista', as incidências intermediárias. Quando houve corte total de irrigação, foi constatada entre as cultivares, menor porcentagem de sementes verdes na 'BRS 133', diferindo das demais, com exceções da cv. CD 206, no terço superior e da 'Conquista', no terço inferior da planta. As maiores incidências foram observadas na 'Robusta', seguida da cv. Conquista.

Comparando-se os resultados de peso de sementes entre cultivares submetidas a temperaturas elevadas e ao estresse hídrico, apresentados na Figura 13, observa-se o comportamento diferencial entre as mesmas. Todas as cultivares apresentaram os maiores pesos de 100 sementes no tratamento testemunha (sem déficit hídrico). Confirmando os resultados encontrados para porcentagem de semente verde, em que maiores incidências de esverdeamento (Tabela 3) ocasionam menores pesos de sementes, foi observado maior peso na cv. CD 206, seguidas das cvs. BRS 133 e Conquista. Os menores pesos foram constatados na cv. Robusta, em todas as condições de disponibilidade hídrica. Mudanças no suprimento de assimilados podem ser explicadas por muitos dos efeitos ambientais, em que diferenças genéticas são, provavelmente, reguladas pela semente.

Os resultados dos teores de clorofila *a* e *b* estão representados nas Figuras 14 e 15. Verifica-se que nos tratamentos testemunha e 10% de UG não houve diferenças estatísticas

Tabela 3. Sementes verdes (%) em quatro cultivares de soja, em função de estresse hídrico e de acordo com o posicionamento na planta. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009a).

Tratamentos		Cultivares			
		BRS 133	CD 206	Conquista	Robusta
10% UG	- inferior	15,4 aA	9,5 aA	23,7 aA	85,8 aB
10% UG	- médio	7,8 aA	8,8 aA	27,4 aB	89,7 aC
10% UG	- superior	4,5 aA	1,4 aA	54,7 bB	79,2 aC
Sem	- inferior	49,6 cA	71,9 cB	51,3 aA	99,4 aC
Sem	- médio	34,7 bA	45,4 bB	56,0 aB	97,2 aC
Sem	- superior	11,7 aA	21,1 aA	66,8 aB	98,3 aC

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, comparadas dentro de cada nível de água, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

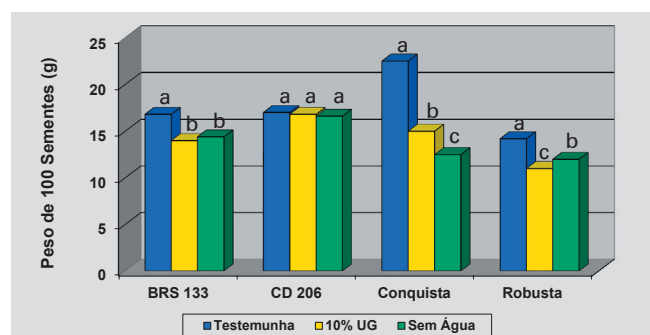


Figura 13. Peso de 100 sementes (g) em quatro cultivares de soja, após submissão a diferentes níveis de suprimento de água. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009a).

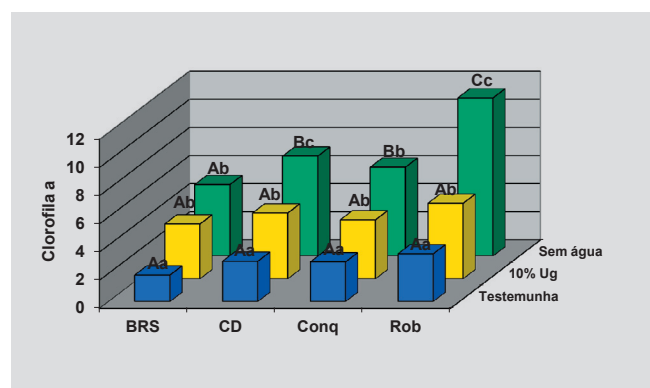


Figura 14. Teores de clorofila *a* ( $\text{mg g}^{-1}$ ) em sementes de soja das cvs. BRS 133 (BRS), CD 206 (CD), Conquista (Conq) e Robusta (Rob), submetidas a três condições de disponibilidade hídrica. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009a). Obs: letras maiúsculas representam a comparação entre cultivares e as minúsculas entre as condições de estresse hídrico.

para teor de clorofila *a* entre as cultivares avaliadas (Figura 14), e entre as condições de estresse hídrico. No tratamento testemunha, onde as sementes não foram submetidas ao estresse, ocorreu a degradação normal da

clorofila. Em condições estressantes, sem água, o menor conteúdo de clorofila *a* foi observado na cultivar BRS 133, seguidas pelas cvs. CD 206 e Conquista que foram iguais entre si, e a maior retenção de clorofila foi observada na cultivar Robusta.

Na Figura 15, observa-se que as sementes das cultivares BRS 133 e CD 206 têm menores teores de clorofila *b*, após indução de temperaturas elevadas e estresse hídrico. Confirmando os resultados encontrados nos teores de clorofila *a* foi observado também para clorofila *b*, que as cultivares Conquista e Robusta são mais suscetíveis à produção de semente esverdeada.

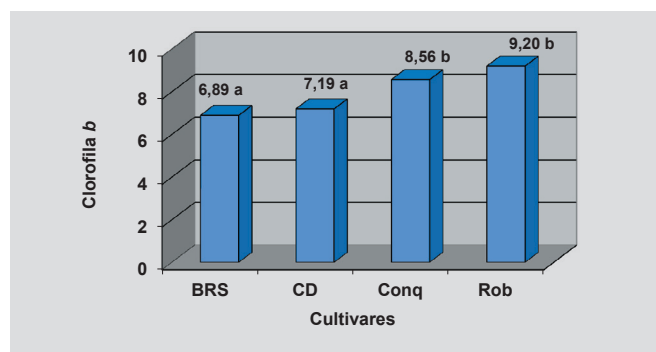


Figura 15. Teores de clorofila *b* (mg g<sup>-1</sup>) em sementes de soja, das cvs. BRS 133 (BRS), CD 206 (CD), Conquista (Conq) e Robusta (Rob). Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009a).

## Atividade enzimática em sementes de soja

Como o processo de degradação da clorofila é complexo, esse fato pode refletir ou não na qualidade da semente. Existem fatores interferentes nesse processo que foram pouco estudados. Na primeira etapa de degradação, a clorofilase, que é a enzima chave nessa rota, inicia a degradação do pigmento até a formação de compostos incolores, responsável pelo desaparecimento da cor verde, além de estimular a retenção de carotenóides que promovem o aparecimento da cor amarela, característica da soja.

A atividade de clorofilase tem sido estudada, principalmente, no processo de senescência de plantas. Sabater e Rodríguez (1978) verificaram que a clorofilase parece ser responsável pela

degradação de clorofila durante a senescência de folhas de aveia. Em canola, a degradação de clorofila durante a maturação de sementes está associada com o incremento da atividade de clorofilase e também de peroxidase (JOHNSON-FLANAGAN; SPENCER, 1996). Rodríguez et al. (1987) também encontraram forte correlação entre o conteúdo de clorofila e o incremento na atividade de clorofilase durante a senescência de folhas de cevada. Stangarlin (1999) e Stangarlin et al. (2000), trabalhando com feijão, observaram relação inversa entre a concentração de clorofilas e a atividade de clorofilase. Todos esses autores defendem a hipótese de que a clorofilase tem papel importante no catabolismo de clorofila durante a senescência das folhas e que a regulação hormonal da degradação da clorofila pode ser, em parte, devida à regulação da enzima.

Em sementes de soja, submetidas ao estresse hídrico (Figura 16), Pádua et al. (2009a) verificou a atividade e a expressão da enzima clorofilase e o comportamento dessas entre cultivares (Figura 17). Pode-se observar pela Figura 16, que a maior atividade enzimática ocorreu na testemunha, como era de se esperar, uma vez que nesse tratamento foi constatado menor conteúdo de pigmentos, tanto para clorofila *a* quanto para clorofila *b*. Nas condições de 10% de UG e corte total de irrigação ocorreram menores atividades enzimáticas.

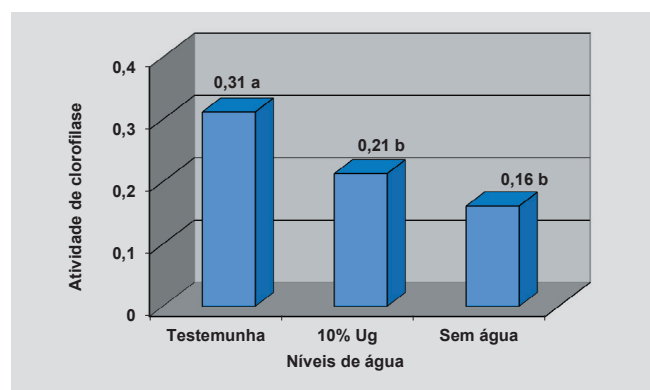


Figura 16. Atividade de clorofilase (unidade enzimática por grama) em sementes de soja submetidas a três condições de disponibilidade hídrica. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009a).

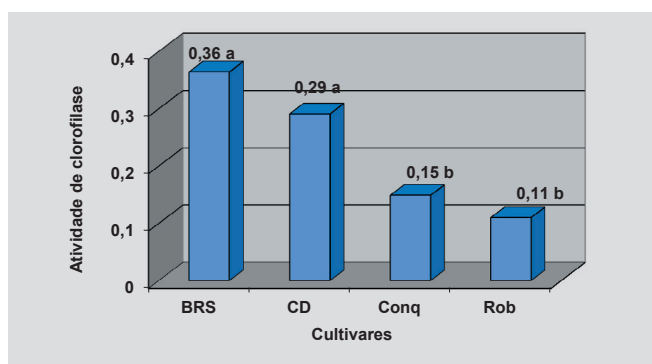


Figura 17. Atividade de clorofilase (unidade enzimática por grama) em sementes de quatro cultivares de soja (BRS 133, CD 206, Conquista, Robusta), após indução de estresses térmico e hídrico. Fonte: adaptado de Pádua et al. (2009a).

Entre as cultivares de soja e após a indução de temperaturas elevadas e de deficiência hídrica (Figura 17), a maior atividade enzimática foi observada na cv. BRS 133 e a menor na cv. Robusta, que apresentaram menores e maiores conteúdos de pigmentos, respectivamente. Vale ressaltar, no entanto, o comportamento diferencial entre as cvs. CD 206 e Conquista, as quais apresentaram maior e menor atividade de clorofilase, e menor e maior conteúdo de clorofila *b* (Figura 15), respectivamente. Por outro lado, essa situação foi invertida em relação à clorofila *a*. Isso, provavelmente, pode ser atribuído a possibilidade de outras enzimas, além da clorofilase, estarem atuando sobre a clorofila (JOHNSON-FLANAGAN; SPENCER, 1996).

As informações obtidas nesses estudos vêm fortalecer as causas e os efeitos da retenção de clorofila em sementes de soja, na qual diferentes comportamentos com relação ao conteúdo de clorofilas podem ser obtidos, dependendo da cultivar e essa retenção é afetada igualmente pelo genótipo e pelas condições climáticas adversas.

## Remoção de semente esverdeada na operação de beneficiamento

Muitas vezes, o produtor de semente colhe lotes com semente esverdeada. Existe algum procedimento na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) que permita a remoção de semente verde dos lotes de semente, visando o

seu aproveitamento? A seguir, serão relatados resultados de experimentos que visaram responder essa pergunta.

Conforme demonstrado em estudos realizados recentemente pela empresa Sementes Adriana e pela Embrapa Soja (FRANÇA NETO et al., 2005), a estratificação de semente de soja por tamanho favorece a concentração de semente esverdeada nas peneiras de menor calibre: semente de soja da cv. MG/BR 46 (Conquista) com índice médio de semente esverdeada de 13%, após classificação em quatro tamanhos em peneiras de furo redondo, apresentou 19% de semente verde para a peneira 6,0 mm, 11% para a 6,5 mm, 7% para a 7,0 mm e 5% para a 7,5 mm, evidenciando que um maior percentual de semente esverdeada se concentra nos calibres menores de semente, que poderão ser descartados (Figura 18). Na sequência do beneficiamento, essa semente classificada por tamanho passou por mesa de gravidade e verificou-se que esse equipamento não foi eficaz na remoção de semente esverdeada dos lotes de semente.

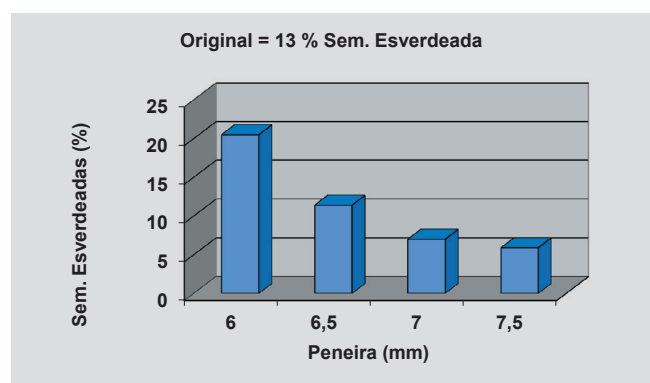


Figura 18. Porcentual de sementes esverdeadas da cv. MG/BR 46 (Conquista), após a estratificação do lote de sementes em quatro tamanhos distintos. Fonte: França Neto et al. (2005).

A separadora em espiral também pode auxiliar na remoção de sementes esverdeadas do lote de sementes, uma vez que muitas dessas sementes apresentam-se deformadas ou alongadas.

França Neto et al. (2005) mostraram que a utilização de máquinas que realizam a separação de semente por diferenças de coloração, podem ser eficientes na remoção de semente esverdeada do lote de semente. Semente de soja das cvs. CD 202 e BRS 184 com 15,7% e 20,1% de semente



verde, respectivamente, foi avaliada em uma máquina Seletron SM-500, monocromática, com capacidade de 300 kg h<sup>-1</sup>. Utilizando um fundo de contraste específico (fundo 95), após a passagem pela máquina, o lote de semente de CD 202 terminou com cerca de 10% de semente esverdeada e a BRS 184, após duas passadas, com 12%. Com três passadas (fundo 100 modificado), esse lote ficou com menos de 9% de semente esverdeada (Figuras 19 e 20).

Em relação às máquinas separadoras por cor, existem no mercado diversas marcas e modelos, que fazem a separação com base em uma, duas ou três cores e têm a capacidade de produção variando de 60 kg h<sup>-1</sup> a 5,0 t h<sup>-1</sup>.

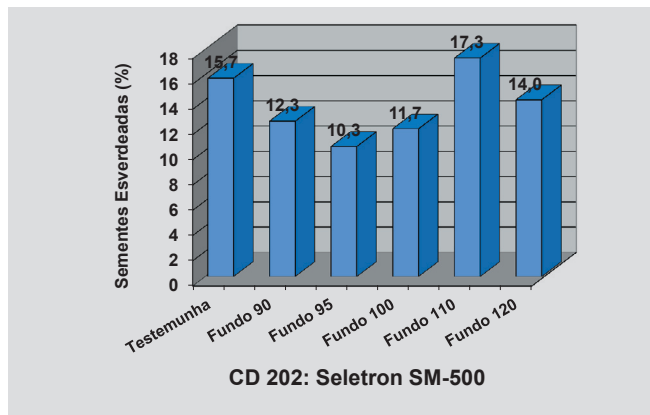


Figura 19. Porcentual de sementes esverdeadas da cv. CD 202, após a passagem pela máquina selecionadora por cores Seletron SM-500, com cinco fundos de contraste de cor. Fonte: França Neto et al. (2005).

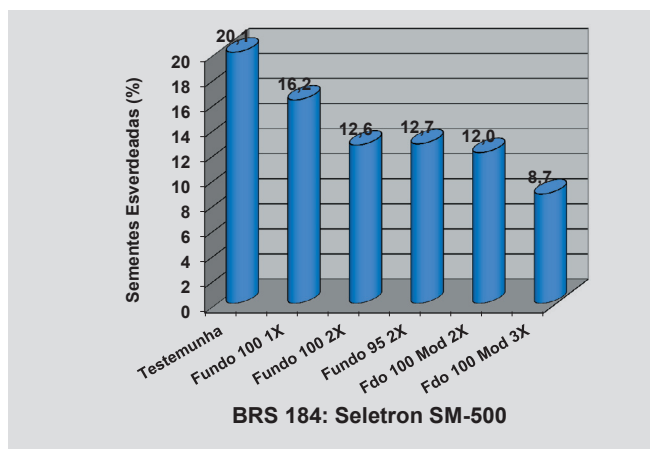


Figura 20. Porcentual de sementes esverdeadas da cv. BRS 184, após uma, duas ou três passadas pela máquina selecionadora por cores Seletron SM-500, com três fundos de contraste de cor. Fonte: França Neto et al. (2005).

## Considerações finais

Nos resultados relatados, ficou evidente que a ocorrência do esverdeamento da semente de soja prejudica a sua qualidade fisiológica, e que a sua presença interfere negativamente na qualidade do lote. Foram comprovados os efeitos de diversos estresses bióticos e abióticos na sua expressão. Foi constatado que existe variação de resposta à retenção de clorofilas em diferentes cultivares de soja produzidas em condições de estresse hídrico e térmico. Essa intensidade de ocorrência de semente verde é afetada tanto pelo genótipo como por condições climáticas desfavoráveis. Plantas de soja submetidas a condições de estresse hídrico e térmico, com início em R6, produzem altos índices de sementes verdes, menores e mais leves, com elevado teor de clorofilas e baixa atividade da enzima clorofilase. A morte prematura de plantas causada por doenças como a fusariose e macrofomia, como resultado do mau manejo do solo, também resulta em sementes esverdeadas. Além disso, verifica-se a premência da execução de outros estudos, que visem à remoção de semente esverdeada de lotes de semente e de grão de soja, durante o beneficiamento.

## Referências

- BELITZ, H.D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1988. 813p.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1989. 223p.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 1992. 151p.
- BOHNER, H. **Green soybeans**. Disponível em :<[http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/field/news/croptalk/2002/ct\\_1102a2.htm](http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/field/news/croptalk/2002/ct_1102a2.htm) > Acesso em: 12 jul. 2005.
- COSTA, N.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; PEREIRA, J.E.; MESQUITA, C.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Efeito de sementes verdes na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.102-107, 2001.

FRANÇA NETO, J.B.; SHATTERS, R.G. Jr.; WEST, S.H. Developmental pattern of biotinylated proteins during embryogenesis and maturation of soybean seed. **Seed Science Research**, Wallingford, v.7, n.4, p.377-384, 1997.

FRANÇA-NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A.; SANCHES, D.P. **Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 38).

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12p. (Embrapa Soja, Circular Técnica, 40).

GROSS, J. **Pigments in vegetables chlorophylls and carotenoids**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 351p.

HALL, D.D.; RAO, K.K. **Fotossíntese**. São Paulo: EPU, 1980. 89p.

HEATON, J.W., MARANGONI, A.G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v.7, n.1, p.8-15, 1996.

JOHNSON-FLANAGAN, A.M.; SPENCER, M.S. Chlorophyllase and peroxidase activity during degreening of maturing canola (*Brassica napus*) and mustard (*Brassica juncea*) seed. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.97, n.2, p.353-359, June 1996.

MANDARINO, J.M.G. **Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 4p. (Embrapa Soja, Comunicado Técnico 77).

MANGOS, T.J.; BERGER, R.G. Determination of major chlorophyll degradation products. **Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, New York, v.204, n.5, p.345-350, 1997.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MCGREGOR, D.I. Influence of environment and genotype on rapeseed/canola seed chlorophyll content. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.19, p.107-116, 1991.

MEDINA, P.F.; LAGO, A.A.; RAZERA, L.F.; MAEDA, J.A. Composição física e qualidade de lotes de sementes de soja com incidência de sementes esverdeadas. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n.1/2, p.36, jul/ago, 1997.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N. Tolerance level of green seed in soybean seed lots after storage. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.3, p.128-138. 2007.

PÁDUA, G.P. **Retenção de clorofila e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica de semente de soja**. 2006. 160 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; FRANÇA-NETO, J.B.; GUERREIRO, M.C.; GUIMARÃES, R.M. Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 140-149, 2009a.

PÁDUA, G.P.; FRANÇA-NETO, J.B.; CARVALHO, M.L.M.; KRZYZANOWSKI, F.C.; GUIMARÃES, R.M. Incidence of green soybean seeds as a function of environmental stresses during seed maturation. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 150-159, 2009b.

PALMER, R.G.; KILEN, T.C. Qualitative genetics and cytogenetics. In: WILCOX, J.R. (Ed.) **Soybeans: improvement, production, and uses**. Madison: American Society of Agronomy, 1987. p.135-209.

PUPIM, T.L. CARVALHO, M.L.M.; PÁDUA, G.P.; NERY, M.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Ocorrência de sementes verdes e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Informativo ABRATES**, v.15, n.1/2/3, p.238, ago, 2005.

RODRÍGUEZ, M. T.; GONZÁLEZ, M. P.; LINARES, J. M. Degradation of chlorophyll and chlorophyllase activity in senescing barley leaves. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v.129, n.3/4, p.369-374, Aug, 1987.

SABATER, B.; RODRÍGUEZ, M.T. Control of chlorophyll degradation in detached leaves of barley and oat through effect of kinetin on chlorophyllase levels. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.43, n.3, p.274-276, Mar, 1978.

SHIMOKAWA, K.; SHIMADA, S.; YAE, K. Ethylene-enhanced chlorophyllase activity during degreening of Citrus unshiu Marc. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.8, n.2, p.129-135, 1978.

SINNECKER, P. **Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de sementes de soja**. 2002. 103 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

STEWART, I.; WHEATON, T. A. Carotenoids in citrus: their accumulation induced by ethylene. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.20, n.2, p.448-449, Mar/Apr, 1972.

STANGARLIN, J. R. **Atividades de ribulose-1,5-bifosfato carboxilase (Rubisco), clorofilase,  $\beta$ -1,3 glucanase e quitinase e conteúdo de clorofila em cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) infectados com *Uromyces appendiculaatus* ou *Phaeoisariopsis griseola***. 1999. 119 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

STANGARLIN, J.R.; PASCHOLATI, S.F.; LABATE, C.A. Efeito de *Phaeoisariopsis griseola* na atividade de ribulose-1,5-bifosfato carboxilase-oxigenase, clorofilase,  $\beta$ -1,3 glucanase e quitinase em cultivares de *Phaseolus vulgaris*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 59-66, jan/mar, 2000.

SUZUKI, Y.; TANABE, K.; SHIOI, Y. Determination of chemical oxidation products of chlorophyll and porphyrin by high-performance liquid chromatography. **Journal Chromatography**, Amsterdam, v. 839, n. 1/2, p. 85-91, Apr, 1999.

TAKAMURA, K.; TSUCHIYA, T.; OHTA, H. Degradation pathway(s) of chlorophyll: what has gene cloning revealed? **Trends Plant Science**, London, v.5, n.10, p.426-431, Oct, 2000.

WARD, K. **The effect of genotype, environment and agronomic practices on the chlorophyll level in harvested canola seed**. 1990. 127 f. Thesis (PhD) – University of Manitoba, Winnipeg.

WARD, K., SCARTH, R., DAUN, J.K., VESSEY, J.K. Chlorophyll degradation in summer oilseed rape and summer turnip rape during seed ripening. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.75, p.413-420, 1995.

YAMAUCHI, N.; AKIYAMA, Y.; KAKO, S.; HASHINAGA, F. Chlorophyll degradation in Wase satsuma mandarin (Citrus unshiu Marc.) fruit with on-tree maturation and ethylene treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.71, n.1/2, p.35-42, 1997.

ZORATO, M.F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J.B. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para determinar sua qualidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.1-10, 2007a.

ZORATO, M.F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J.B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.11-19, 2007b.



# Convencional ou Transgênica **SOJA É EMBRAPA!**

## CONVENCIONAL

**BRS 361** Lançamento

**BRS 317**

**BRS 284**

## TRANSGÊNICA

**BRS 360RR** Pré-lançamento

**BRS 334RR** Lançamento

**BRS 316RR**

**BRS 295RR**



**FUNDAÇÃO MERIDIONAL**  
DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA

**Circular  
Técnica, 91**



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Soja**

Rod. Carlos João Strass - Acesso Orlando Amaral  
Cx. Postal: 231  
860001-970 Londrina - PR

Fone: (43) 3371 6000 - Fax: 3371 6100  
Home page: [www.cnpso.embrapa.br](http://www.cnpso.embrapa.br)  
e-mail: [sac@cnpso.embrapa.br](mailto:sac@cnpso.embrapa.br)

**1ª edição**

1ª impressão (2012): 4.000 exemplares

**Comitê de  
Publicações**

**Presidente:** José Renato Bouças Farias

**Secretária Executiva:** Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite

**Membros:** Adeney de Freitas Bueno, Adilson de Oliveira Junior, Clara Beatriz Hoffmann Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, Claudio Guilherme Portela de Carvalho, Marcelo Alvares de Oliveira, Maria Cristina Neves de Oliveira, Norman Neumaier.

**Expediente**

**Supervisão Editorial:** Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol  
**Normalização bibliográfica:** Ademir Benedito Alves de Lima

**Editoração eletrônica:** Marisa Yuri Horikawa